

Über Ringfasciation

von

Dr. A. Nestler,

Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute in Prag.

(Mit 2 Tafeln.)

Unter Fasciation versteht man bekanntlich die im Pflanzenreiche sehr oft auftretende, flache, bandartige Verbreiterung eines normal cylindrischen Axenorganes, welche mit mehr oder weniger bedeutenden Abweichungen von der gewöhnlichen Blattstellung verbunden ist. Die das breite Ende einer fascirten Axe vor ihrer eventuellen Auflösung in eine Anzahl von Sprossen abschliessende Linie (Vegetationslinie oder Kammlinie genannt), welche bei makroskopischer Betrachtung gerade oder schwach bogenförmig erscheint, erweist sich nach meinen eigenen Untersuchungen bei hinreichender Vergrösserung gewöhnlich als eine mehr oder weniger deutliche, in der Ebene der Veränderung verlaufende Wellenlinie; mitunter — bei jungen Fasciationen von *Crepis biennis*, *Veronica longifolia* u. a. — erschien ein beträchtlicher Theil derselben vollkommen gerade oder mit kaum sichtbaren Erhebungen versehen.

Ausser dieser aus bisher unbekannten Gründen¹ entstehenden Veränderung eines normalen Vegetationspunktes kommt noch eine andere bemerkenswerthe Umgestaltung des fortwachsenden Endes einer Axe vor: es bildet sich eine ringförmige Vegetationskante. Diese äusserst selten auftretende

¹ Gesteigerte Energie der Nahrungszufuhr im Vegetationspunkte kann nicht als die primäre Ursache der Fasciation angesehen werden, wie ich in meiner Arbeit über Fasciation näher auseinandersetzen werde.

Erscheinung — Axen mit ringförmiger Vegetationskante, welche an die urnenförmigen Blüthenböden erinnern, von diesen aber ganz wesentlich abweichen — werden nach gewissen von Michelis beschriebenen und noch näher zu behandelnden Abnormitäten mit Rücksicht auf die Querschnittsform und einige der Verbänderung ähnliche Erscheinungen als Ringfasciation bezeichnet. Ich glaube, dass diese Bezeichnung nicht günstig gewählt ist; denn da der Begriff »Fasciation« mit dem der Verbreiterung äquivalent ist, so kann doch nicht gut das Attribut »ringförmig« mit demselben verbunden werden, es müsste denn sein, dass man bei einer Fasciation von der Form der Axe ganz absieht und nur gewisse Nebenerscheinungen, Überproduction und abnormale Anordnung von Blättern und Blüthen mit diesem Namen bezeichnet, was entschieden unrichtig ist. Denn das Wesen der Fasciation beruht auf dem Vorhandensein der oben näher bezeichneten Vegetationslinie, womit stets eine von unten nach oben breiter werdende Axe verbunden sein muss. Dessenungeachtet habe ich vorläufig die Bezeichnung »Ringfasciation« in der oben angegebenen Bedeutung beibehalten, einerseits desshalb, weil doch die Möglichkeit vorhanden ist, dass beide Erscheinungen, Verbänderung und Ringfasciation, ihre Entstehung aus derselben Ursache ableiten und einen gewissen inneren Zusammenhang haben, anderseits, weil mir eine Änderung des sehr alten und gebräuchlichen Namens »Fasciation«, welche nothwendig vorgenommen werden müsste, unpraktisch erscheint. Es genügt für das Folgende, festzuhalten, dass unter Ringfasciation nur Axen mit ringförmiger Vegetationskante zu verstehen sind.

Die Literatur umfasst streng genommen nur einen einzigen sicher bestimmten und einige wenige sehr zweifelhafte Fälle.

Michelis¹ bezeichnet einige abnorme Fälle von *Taraxacum officinale* mit dem Namen einer ringförmigen Fasciation, welche wahrscheinlich nicht unter den oben festgesetzten Begriff der Ringfasciation gehören, sondern einfache Verwachsungen von Blüthenschäften sind. Er führt zunächst »fünf Exemplare einer derartigen Bildung an, wo innerhalb des ver-

¹ Botanische Zeitung, 1873, S. 335.

breiteren Schaftes ein zweiter, merklich dünnerer, immer mehr oder weniger regelmässig spiraling gewundener Schaft sich befindet, der oben mit dem äusseren verbreiterten Schafte zu einem ringförmigen Blüthenboden, der eine Menge ineinanderfliessender Köpfchen trägt, verwächst. Das offene Centrum dieses ringförmigen Blüthenbodens führt natürlich in die Röhre des inneren Schafes bis auf den Ursprung der Schäfte, auf den Wurzelkopf hinab, wie denn auch diese innere, der Luft ausgesetzte Wand des inneren Schafes grün, jedoch nicht mit Spaltöffnungen versehen ist.« In einem Falle fand Michelis zwei innere Blüthenschäfte neben einander, einer von der gewöhnlichen Dicke des normalen Blüthenschafes und daneben einen sehr dünnen, fadenförmigen, der aber auch von unten nach oben ganz selbständig durchging. Er fügt daran die Bemerkung, dass diese concentrische Einschachtelung von Blüthenschäften etwas durchaus anderes sei als eine gewöhnliche Verbreiterung, und es sei auch nicht von fern daran zu denken, dass sie etwa auf die ringförmige Umbiegung einer solchen mit Verwachsung der beiden einander genäherten Ränder zurückzuführen sei. Von einer solchen Verwachsung ist keine Spur vorhanden, und in allen Fällen steht der innere Schaft von unten bis oben zum Blüthenboden hin ganz frei in dem äusseren, verbreiterten.

Diese Abnormitäten von *Taraxacum* scheinen, soweit man aus jenen kurzen Angaben ohne Abbildungen urtheilen kann, nichts anderes zu sein als Verwachsungen von Blüthenschäften (keine Fasciationen), welche eng aneinander stehend im Kreise angeordnet waren und mit einander cohärrten; innerhalb dieses Kreises können noch einige Schäfte gleichzeitig sich entwickeln, welche ebenfalls mit dem von den übrigen Köpfchen gebildeten Röhrenende verwachsen.¹ Nach dieser Auffassung würde auch

¹ Dass die von Michelis angeführten und als ringförmige Fasciation bezeichneten Missbildungen von *Taraxacum officinale* einfach durch Verwachsung zu erklären sind, geht aus einer trefflichen Arbeit Reichtardt's (Verh. d. kais. zool. bot. Ges. in Wien 1863, XIII. Bd., S. 1009—1012) über eine ähnliche Missbildung klar und deutlich hervor. In diesem Falle waren vier Blüthenschäfte zu einem einzigen verwachsen; innerhalb dieses stand ein fünfter, welcher zwei concentrische Gefäßbündelkreise besass, von denen (wie

hier eine ringförmige Vegetationskante vorhanden gewesen sein, aber entstanden durch kreisförmige Verwachsung einzelner Vegetationspunkte, nicht durch Umgestaltung eines Vegetationspunktes einer einzigen Axe.

Die oft vorkommenden, sehr breiten, gerillten Blüthenstäbe von *Taraxacum officinale* sind, wie ich an jugendlichen Zuständen solcher Abnormitäten beobachten konnte, keineswegs Fasciationen, d. h. Verbreiterungen einzelner normal cylindrischen Axen, sondern Verwachsungen vieler, in einer Reihe stehenden Blüthenköpfen, welche eine Folge der Fasciation des Wurzelstockes sind, so dass solche Fälle die Combination einer Fasciation mit einer Cohäsion darstellen.

In derselben Weise, nämlich einfach auf Verwachsung zurückzuführen, ist noch ein Fall von *Taraxacum officinale* zu erklären, den Michelis¹ als ringförmige Fasciation ganz besonders hervorhebt: »Dieses Exemplar ist dadurch interessanter als die früheren Ringfasciationen mit einem Ansatze zu einem zweiten Blüthenstande innerhalb des ersten, weil die beiden Blüthenstände vollständig ausgebildet sind, so dass auf dem Blüthenboden zwei concentrische Blüthenringe erscheinen, der innere natürlich discusförmig und von einem Kreise grüner Blüthenstandsdeckblätter, der äussere ringförmig und von zwei Kreisen solcher Blätter, einem inneren und einem äusseren umgeben. Der Blüthenboden des inneren Discus steht durch drei dünne, nicht hohle Stränge, welche ganz innerhalb des fasciirten Schaftes verlaufen, mit dem Hauptkörper der Axe in Verbindung. Die Wand des fasciirten Schaftes ist stark gerillt.« Nähtere anatomische Untersuchungen über den Verlauf und den Bau der Gefässbündel, insbesondere über die erwähnte, keineswegs klare Verbindung des inneren Discus mit dem Hauptkörper der Axe fehlen.

Reichardt als wahrscheinlich annimmt) der innere dem centralen Schafte gehört, der äussere dagegen aus den inneren Partien der Gefässbündelkreise der vier zu einem grossem Schafte verwachsenen peripherischen Schäfte zusammengesetzt ist. Die Berücksichtigung der Lagerung von Phloëm und Xylem der Gefässbündel des eingeschachtelten Schaftes hätte darüber vollständige Klarheit gebracht; im äusseren Kreise hätten die Bündel ihr Holz nach aussen, den Bart nach innen kehren müssen.

¹ Botanische Zeitung, 1885, S. 440.

Aus den weiteren Erklärungen von Michelis glaube ich zu erkennen, dass er jede Axe, gleichgültig ob flach oder rund, als fasciirt bezeichnet, wenn sie eine Überproduction und abnorme Stellung von Blättern und Blüthen besitzt, daher auch seine »Ringfasciation« sich nur auf die ringförmige Querschnittsform einer Axe bezieht, keineswegs aber gleichbedeutend ist mit ringförmiger Vegetationskante. Eine »Einschachtelung« von Blüthenschäften, wie sie Michelis schildert, sah ich in photographischer Abbildung im Besitze des Herrn Prof. H. de Vries¹ in Amsterdam.

Der äusserste ringförmige (soll wohl heissen »röhrenförmige«) Stengel trug (nach brieflicher Mittheilung Dr. Wakker's an H. de Vries) an der einen Seite eine Reihe von Köpfchen, ungefähr wie bei bandförmigen Fasciationen; die andere Seite war nicht gut entwickelt, und was den innersten Stengel betrifft, so konnte Dr. Wakker nichts mit Bestimmtheit angeben, da derselbe bei der Operation schon grössttentheils verwest war. Die Gefässbündel hatten nach einer von H. de Vries ausgeführten Untersuchung des noch nicht verwesten Theiles alle ihr Phloëm nach aussen gewendet, waren also normal gebaut.

Der, wie es scheint, bisher einzige sichergestellte Fall einer Ringfasciation, d. h. einer Axe mit ringförmiger Vegetationskante, wurde von Herrn Prof. Dr. H. de Vries² genau beschrieben. Wegen der Seltenheit dieser Monstrosität möge es gestattet sein, etwas näher auf diese wichtige Abhandlung einzugehen.

Ein Blüthenkolben von *Peperomia maculosa* hatte die das gewöhnliche Mass überschreitende Länge von 30 cm. Von ungefähr der Mitte angefangen wurde er nach oben immer umfangreicher, anstatt spitz zuzulaufen, und dabei hohl; die Öffnung am Ende zeigte einen Durchmesser von 1.5 cm. Diese trichterförmige Aushöhlung, welche nach unten in eine feine Spitze ausgeht, hat eine Tiefe von 15 cm. Der obere Theil der hohlen Partie ist mehr oder weniger gefurcht und weist vier

¹ Dr. Wakker hatte dieses Exemplar zu Oudshoorn bei Leerdam in Südholland am 15. Mai 1890 gefunden.

² Sur un spadice tubuleux du *Peperomia maculosa*. Archives Néerlandaises, T. XXIV, p. 258—270.

verschieden lange Risse auf. Die Stellung der Blüthen ist an der Aussenwand so wie an der Innenseite der Höhlung, jede über ihrem Deckblatte eingefügt; bis in die enge conische Basis des Trichters hinab haben sie dieselbe Stellung. Soweit die bereits vertrockneten Blüthen eine richtige Beurtheilung zu lieessen, konnte man aller Wahrscheinlichkeit nach annehmen, dass die untere Basis (= das spitzige Ende der Höhlung) die älteste, der obere Rand die jüngste Partie sei; — es sei vollkommen ausgeschlossen, dass die Spitze des Trichters etwa der Spitze eines normalen Kolbens entspräche. Dass der obere ringförmige Rand an der weiten Mündung der Öffnung eine Vegetationskante ist, davon konnte ich mich selbst durch einige Schnitte¹ normal zu derselben überzeugen: die jüngsten Blatt-höcker an der Aussen- und Innenseite des Trichters erschienen in unmittelbarer Nähe des Randes und nahmen nach unten an Grösse zu.

Derartige Abnormitäten scheinen, wie bereits H. de Vries hervorhebt, überaus selten zu sein; es konnte wenigstens in der teratologischen Literatur kein mit Bestimmtheit hierher zu zählender Fall aufgefunden werden. Masters² erwähnt in seiner Teratologie »eine *Sempervivum*-Art (*S. Bollei*), bei welcher die Blätter einige aussen, einige innen in einem ungefähr 6" hohen Cylinder angebracht waren; die ältesten Blätter waren aussen, die jüngsten innen, so dass es aussah, als ob die Spitze der Axe heruntergedrückt oder -gezogen worden sei«. Wenn sich die Anordnung der Blätter wirklich so verhielt, wie es in dieser allerdings sehr mangelhaften Beschreibung angegeben wird, dann ist diese Abnormität doch eher mit der Bildung eines ausgehöhlten Blüthenbodens, als mit einer Ringfasciation verwandt.

H. de Vries sagt am Schlusse seiner interessanten Abhandlung, dass der hohle Kolben von *Peperomia* ein Exemplar einzig in seiner Art sei; aber man habe Hoffnung, dass auf dieselbe Weise, wie dieser Kolben gewachsen sei, sich das

¹ Herr Prof. H. de Vries stellte mir in freundlicher Weise einen kleinen Theil von dem oberen Trichter des in Alkohol aufbewahrten *Peperomia*-Kolbens zur Verfügung.

² Vegetable Teratology, 1869, p. 509; in der deutschen Übersetzung von U. Dammer, S. 450.

Phänomen einmal wiederholen werde. Und so geschah es auch. Bei dem eifrigen Suchen nach Verbänderungen, deren Wesen ich durch Untersuchung der Vegetationslinie (im Sommer 1893 im botanischen Laboratorium zu Amsterdam) zu ergründen trachtete, fand Prof. H. de Vries eine Ringfasciation von *Veronica longifolia*, welche er mir in uneigennütziger Weise zur Verfügung stellte.¹ Daran schlossen sich noch einige andere Fälle derselben Species, theils makroskopisch, theils erst mikroskopisch als Ringbildung erkennbar, von denen noch zwei mit voller Bestimmtheit jener *Peperomia* anzureihen sind, während die anderen interessante Abweichungen desselben Bildungsganges darstellen.

Das Ende eines Blüthenstandes von *Veronica longifolia* war vollkommen ringförmig gestaltet, d. h. an Stelle des im normalen Falle kuppenförmigen Vegetationsscheitels sah man eine ungefähr 2 mm im Durchmesser fassende ringförmige Vegetationskante. Die von dieser Kante begrenzte Höhlung, welche bei späteren anatomischen Untersuchungen sich als das weite Ende eines Trichters erwies, dessen Spitze 17 mm unter der Vegetationskante lag, war nahezu vollständig ausgefüllt von Deckblättern und deren axelständigen Knospen (Taf. I, Fig. 1, *k*, *bl*₂), so dass von einer trichterförmigen Höhlung bei makroskopischer Betrachtung nicht viel zu sehen war; dagegen war die ringförmige Vegetationskante beim Auseinanderfalten der jüngsten Blätter deutlich bemerkbar als eine feine glänzende Linie. Ein Querschnitt etwas unterhalb dieser Kante zeigte zwei vollkommen concentrische Gefässbündelkreise: der grössere, peripherische Kreis (Taf. I, Fig. 1, *g*₁) ist normal gebaut; der Holztheil der einzelnen Gefässbündel, aus wenigen Gefässen gebildet, nach innen, der Bast nach aussen gekehrt; eine Gefässbündelscheide (*s*₁), welche durch ihren reichen Stärkegehalt sehr hervortritt, schliesst den Bastring vom Rindenparenchym (*rp*) ab.

¹ Ich benütze diese Gelegenheit, um dem Herrn Prof. Dr. H. de Vries, Director des pflanzenphysiologischen Laboratoriums in Amsterdam, meinen wärmsten Dank für die durch Belehrung und Überlassung eines seltenen Materials so überaus wohlwollende Förderung aller meiner im Sommer 1893 in seinem Institute begonnenen Arbeiten auszusprechen.

Der zweite, kleinere und schwächer ausgebildete, zu dem ersten concentrisch gelagerte Gefässbündelkreis (g_2) zeigt dieselben Elemente, wie der peripherische, die Anordnung von Holz- und Basttheil ist aber eine umgekehrte, der Bast gegen das Centrum, das Holz nach aussen gerichtet, so dass seine Bündelscheide (s_2), welche durch ihren Stärkegehalt ebenfalls, wie bei dem peripherischen Ringe, sofort in die Augen fällt, an die Innenseite dieses Kreises zu liegen kommt.¹ In Fig. 3 auf Taf. I ist ein kleiner Theil dieses centrischen Kreises (g_2 in Fig. 1) vergrössert dargestellt: der schmale Gefässbündelring zeigt nur wenige Spiralgefässe, die Bündelscheide (s_2) tritt deutlich hervor; bei p_2 ist das Parenchym, das die Innenwand des Trichters zusammensetzt. Zwischen diesen beiden Gefässbündelkreisen lagert eine bedeutende Parenchymmasse (p), aus rundlichen Zellen mit wenigen Intercellularräumen gebildet. Es ist die Hauptmasse des Trichters, dessen Innenwand ebenso wie die Aussenwand von zahlreichen Deckblättern (bl_2) und axelständigen Blüthenknospen (k) bedeckt ist. Fig. 9 auf Taf. II stellt noch einen Theil des inneren Kreises nach Behandlung mit Eau de Javelle und Ätzkali dar: an die Epidermis (e) der inneren Trichterwand schliessen zwei Blätter (bl_2) eng an; der Gefässbündelkreis (g_2), der nach aussen wie innen (hier durch die Bündelscheide) streng abgeschlossen ist, zeigt an dieser Stelle neben unvollkommen ausgebildeten Strängen auch cambiale Gruppen (c) als die jüngsten Blattspuren.

Bei weiteren Querschnitten durch tiefer gelegene Stellen (Taf. I, Fig. 2) erscheint der Gesamtdurchmesser des Trichters kleiner, beide Gefässbündelkreise enger, aber ihre Entfernung von einander ebenso weit als oben. Der kleine centrale Hohlraum (h) wird begrenzt von Basaltheilen älterer Blätter (bl_2), welche (im Querschnitte) als vorspringende Lappen erscheinen. Noch weiter nach abwärts verschwindet der centrale Hohlraum vollständig, die Spiralgefässe sind immer noch im Kreise angeordnet, entweder vereinzelt auftretend oder zwei bis drei

¹ Eine derartige verkehrte Anordnung von Phloëm und Xylem kommt bekanntlich constant vor bei den markständigen Strängen von *Aralia*, öfters bei den markständigen Bündeln der Pipereen, dann bei gewissen Gefässbündeln im Stämme von *Nelumbinum* u. a.

zu einem kleinen Bündel vereinigt, analog dem peripherischen Bündelkreise, und gegen die Mitte zugekehrt einige wenige Bastelemente; das Centrum ist von einem grosslumigen Parenchym eingenommen, welches gegen die Bündelzone zu kleinlumiger erscheint; die Gefässbündelscheide ist nicht mehr vorhanden. Allmälig öffnet sich dieser in der angegebenen Weise umgebildete Kreis an einer Stelle, die Spiralgefässe treten enger an einander und es erscheint schliesslich nur ein kleiner Bogen derselben (Taf. I, Fig. 4); Bastelemente sind nicht mehr unterscheidbar. Endlich bemerkte ich nur noch einige wenige Spiralgefässe, umgeben von weitlumigem, stärkeführenden Parenchym mitten im Centrum des kreisförmigen Querschnittes, welche bald vollständig aufhörten (Fig. 5 und 6).

Das Parenchym in der Mitte des Markes war noch etwas kleinzzelliger als das der Umgebung; doch auch dieser Unterschied schwand bald, und die Blüthentraubenaxe zeigte einen vollständig normalen Bau. Die Entfernung von dem letzten Spiralgefäß bis zur ringförmigen Vegetationskante betrug nach beiläufiger Schätzung $2 \cdot 5 \text{ cm}$.

Ein anderes, am Vegetationsscheitel der Blüthentraubenaxe ringförmig gestaltetes Exemplar derselben Species benützte ich für Längsschnitte, konnte aber über den Gefässbündelverlauf des inneren Kreises kein klares Ergebniss erhalten. Dagegen constatirte ich, dass die Innenwand des kurzen Trichters ebenso wie die Aussenwand, nur etwas spärlicher, mit Bracteen und axelständigen Knospen bedeckt war, und dass deren Bildung aussen wie innen acropetal vor sich gegangen war: die jüngsten Blatthöcker standen an der Aussen- und Innenwand in der Nähe des ringförmigen Randes, die Blüthenknospen stets oberhalb des Deckblattes. Dasselbe Bildungsgesetz konnte ich an einem dritten Falle reiner Ringfasciation erkennen (Taf. II, Fig. 10). Der Grund, also das spitzige Ende der trichterförmigen Höhlung, war hier nicht mit Blättern, sondern mit kleinen Köpfchenhaaren bedeckt, an die sich, wie aus der angegebenen Figur ersichtlich ist, weiter nach aufwärts conische Trichome anschlossen. Erst ungefähr in Zweidrittel-Entfernung von der ringförmigen Vegetationslinie (*v*) traten Blätter mit axelständigen Knospen an der Innen-

wand des Trichters auf, und zwar die ältesten unten, die jüngsten oben in unmittelbarer Nähe des Trichterrandes. Die ausgeführten Längsschnitte ergaben die Bestätigung des an Querschnitten des ersten untersuchten Exemplars beobachteten Verlaufes des inneren Gefäßbündelkreises (g_2), welcher allmälig mit gleichzeitigem Dünnerwerden der gesammten Axe enger wurde und endlich mit einigen Spiralgefäßen (*sp*) endigte. Eine Verbindung des centralen Gefäßbündelringes mit dem peripherischen war also weder hier, noch in den vorausgehenden Fällen an irgend einer Stelle beobachtet worden.

Der folgende untersuchte Fall ist insofern bemerkenswerth, als er die Verbindung einer Verbänderung und einer Ringfasciation zeigt. Das Ende eines Blüthenstandes war relativ stark verbreitert, wobei die Vegetationslinie, welche horizontal einen kleinen Bogen machte, ungefähr 5 mm in der Länge mass. Der Bogen war die Folge einer Krümmung der Fasciation um ihre Längsaxe (Taf. II, Fig. 11). Diese Krümmung nimmt, wie weitere Querschnitte zeigen, nach unten zu (Fig. 12), bis die Ränder ungefähr $1/2$ cm von der Vegetationslinie entfernt vereinigt erscheinen (Fig. 13). Von da an haben wir das Bild der oben beschriebenen Ringfasciation, indem der an der concaven Wand der Verbreiterung liegende Theil der peripherischen Gefäßbündelzone (Fig. 11, g_2) einen selbständigen centralen Gefäßbündelring bildet, bei welchem nun Holz- und Basttheil eine zum peripherischen Kreise verkehrte Anordnung haben. Die Wände des Anfangs runden, weiter nach abwärts unregelmässig, dann dreieckig erscheinenden, centralen Hohlraumes sind nur von mehrzelligen conischen Trichomen bedeckt (Taf. II, Fig. 13, *t*), während der obere, nicht trichterförmige Theil beiderseits Deckblätter und Blüthenknospen besitzt, die jüngsten an der Vegetationslinie, die älteren tiefer. Genau so, wie bei den oben geschilderten Fällen von Ringfasciation wird der centrale Gefäßbündelkreis nach abwärts enger, während gleichzeitig der Durchmesser der Axe kleiner wird. Nun tritt eine beachtenswerthe Erscheinung auf: während in den höheren Theilen dieser Trichterbildung der centrale Kreis in gleicher Weise wie in den früheren Fällen (Fig. 9, g_2) vollständig geschlossen erschien, zeigte er an der Stelle, wo die mit

Trichomen besetzte Höhlung bereits etwas enger geworden war, eine deutlich erkennbare Unterbrechung, von Parenchym gebildet, welches das ausserhalb und innerhalb dieses Kreises befindliche Parenchym durch gleichartige Zellen verband. Fig. 14 auf Taf. II stellt den bei *o* auf die angegebene Weise unterbrochenen centralen Gefässbündelkreis dar an der Stelle, wo die Höhlung bereits verschwunden und von Markparenchym (*p₂*) eingenommen war. Weitere Querschnitte (Fig. 15) lassen die Abnahme der Gefässbündelelemente deutlich erkennen; ich sah endlich nur zwei kleine, einander ungefähr gegenüber liegende Partien von Spiralgefässen (Fig. 16, *sp*), von denen die grössere an der Innenseite noch einen kleinen Basttheil besass; endlich schrumpft die centrale Gefässbündelpartie in einer Entfernung von 3 cm von der Vegetationslinie auf einige wenige Spiralgefässe zusammen, mit deren endlichem Verschwinden die Axe wieder ihre normale Gestalt erhält.

Bevor ich die bisher beschriebenen Abnormitäten in eine vergleichende Betrachtung ziehe, muss ich noch eines Falles erwähnen, der sich an den zuletzt behandelten eng anschliesst, aber doch von ihm abweicht. Das obere verdickte Ende einer Traubenspindel, ebenfalls von *Veronica longifolia*, zeigte im Querschnitte eine Einfaltung der Gefässbündelzone; die Epidermis und das Rindenparenchym waren aber jener Einfaltung nicht gefolgt, so dass eine runde compacte Form der Axe vorhanden war (Taf. II, Fig. 17). Die beiden Ränder (*r*) dieser veränderten Gefässbündelzone erscheinen etwas weiter unten vereinigt, wodurch ein centraler Gefässbündelring entsteht, der aber keine Höhlung zeigt, sondern von Parenchym erfüllt ist (Taf. II, Fig. 18, *p₂*). Dieser zweite Kreis verschwand sehr bald, wie weitere Querschnitte durch tiefer gelegene Theile der Axe zeigten, genau in derselben Weise wie in den oben beschriebenen Fällen, indem schliesslich nur zwei Spiralgefässen zu sehen waren, aber nicht im Centrum des Markkörpers, sondern dem peripherischen Gefässbündelkreise näher gerückt (Taf. II, Fig. 19, *sp*).

Diese Abnormität ist offenbar nichts Anderes als eine Ringfasciation, welche aber nicht zur vollständigen Ausbildung, nämlich zur Trichterbildung gelangte, sondern im weiteren Verlaufe des Wachsthums die Tendenz zur Verbreiterung zeigte.

Es scheint mir sehr wahrscheinlich zu sein, dass alle diese monströsen Bildungen von *Veronica longifolia* zusammen gehören; denn allen gemeinsam ist die gewiss sehr auffallende Erscheinung eines zweiten centralen Gefässbündelringes mit verkehrter Anordnung von Holz- und Basttheil, ferner das allmäliche Kleinerwerden dieser centralen Bündelzone nach abwärts und das schliessliche Verschwinden derselben im Markparenchym. Während in den ersten drei Fällen die Axe am Ende von einer ringförmigen Vegetationskante begrenzt ist, von welcher aus nach aussen und innen Neubildungen vor sich gehen, treten in den zuletzt beschriebenen zwei Abnormitäten derartige Veränderungen des oberen Theiles ein, dass es zu keiner ringförmigen Vegetationskante kommt; der centrale Kreis tritt hier in Verbindung mit dem peripherischen und wird schliesslich ein Theil desselben. Indem wir diese Veränderungen von nur secundärer Bedeutung vorläufig noch unberücksichtigt lassen, müssen wir noch einmal auf die eigentlichen Trichterbildungen zurückkommen.

Dass der obere, ringförmige Rand eine Vegetationskante ist, geht aus der Anordnung der Aussprossungen deutlich hervor. Die jüngsten Blatthöcker und Blüthenknospen stehen in unmittelbarer Nähe desselben an der Aussen- und Innenseite, während die älteren successive nach abwärts folgen; die ältesten im Innern sind die in der Nähe der spitzigen Trichterbasis befindlichen.

Es braucht wohl nicht erst besonders betont zu werden, dass diese Trichterbildungen mit den bekannten hohen Blüthenböden (bei *Rosa*, *Ficus*, *Geum* etc.) nichts als die Aushöhlung gemein haben; hier ist die Innenfläche der Concavität ein eingestülpter Theil der Aussenseite der Blüthenaxe, entstanden durch bedeutendes gleichmässiges Dickenwachsthum unterhalb des Scheitels, wodurch der Vegetationspunkt endlich auf den Grund der oft tiefen Höhlung zu liegen kommt; in seiner unmittelbaren Nähe stehen die jüngsten Staubblätter und Carpelle; dort aber ist der spitze Grund des Trichters der älteste Theil, während sein oberer ringförmiger Rand eine Vegetationskante darstellt, unterhalb welcher an der Aussen- und Innenwand die jüngsten Aussprossungen sich bilden.

Auch bei der Ringfasciation wird, wie bei der gewöhnlichen Verbänderung, die Frage nach dem eigentlichen Wesen der Vegetationslinie beantwortet werden müssen, um eine Erklärung für diese merkwürdigen Bildungen zu finden.

Haben wir es hier mit einer Verwachsung von einzelnen, nicht in einer Geraden, sondern im Kreise angeordneten latenten Sprossen zu thun, so dass die ganze ringförmige Endkante aus einer gewissen Anzahl von Vegetationspunkten besteht, oder ist diese Vegetationskante eine ununterbrochene Linie von Scheitelzellen oder Scheitelzellgruppen, hervorgegangen durch nicht in einer Geraden, sondern im Bogen erfolgten Anordnung derartiger Zellen, welche durch abnormale Theilung des Vegetationspunktes entstanden und schliesslich eine Kreislinie bildeten? Oder hat etwa der Vegetationspunkt der normalen Axe aus irgend einem Grunde seine Thätigkeit eingestellt und das embryonale Gewebe im Umkreise seine Function übernommen und so den Trichter erzeugt? Diese letzte Erklärung scheint mir durchaus nicht unmöglich zu sein; ich konnte aber am spitzigen Grunde der untersuchten Trichter keinen Beweis hiefür auffinden.

Theilungen der Trichterwand normal zur Kreislinie scheinen analog der Vegetationslinie der gewöhnlichen Verbänderungen auch hier auf Verwachsungen mehrerer gleichzeitig entstandener Sprossen hinzudeuten. Ein solcher Fall ist offenbar der in Fig. 8 auf Taf. I dargestellte: wir sehen hier den bereits makroskopisch erkennbaren Trichter am Ende in drei Theile getheilt, von denen jeder verbreitert und entweder abermals getheilt ist oder doch die Tendenz zu weiterer Theilung erkennen lässt. Eine ähnliche Spaltung erwähnt auch H. de Vries bei der Beschreibung des Trichters von *Peperomia maculosa*. Ich bin der Ansicht, dass diese Theilungen ebenso wie die der gewöhnlichen Fasciation, nur auf eine seitliche Spannung des sich nach oben stark erweiternden Trichters zurückzuführen sind und keineswegs eine ursprüngliche Verwachsung von Sprossen begründen. Zudem liesse sich der centrale Gefässbündelring bei der Annahme von verwachsenen Sprossen nur schwer erklären.

Soweit aus fertigen Zuständen geschlossen werden kann, urtheile ich, dass auch diese ringförmige Vegetationskante nicht durch Verwachsung mehrerer Axen, sondern durch Veränderung des Vegetationspunktes einer einzigen Axe entstanden ist.

Wenn wir der Einfachheit halber annehmen, dass ursprünglich eine einzige Scheitelzelle am fortwachsenden Ende eines Sprosses vorhanden war, dass dieselbe durch anikline Theilungen¹ neue Scheitelzellen bildete, welche sich aber nicht, wie bei der gewöhnlichen Verbänderung, zu einer mehr weniger geraden Linie, sondern zu einem Bogen anordneten, welcher schliesslich zu einem Ringe wurde, so können, wie ich glaube, alle Erscheinungen erklärt werden, welche bei diesen Abnormitäten vorkommen. Ich stütze diese Hypothese durch den Hinweis auf die ersten Anfänge des centralen Gefässbündelkreises: die Gefässbündelelemente bilden hier noch keine geschlossene krumme Linie, sondern einen Bogen, welcher nach abwärts immer kleiner wird und endlich mit einem einzigen Spiralgefäß mitten im Markparenchym blind endigt. Da von den Blättern an der Innenseite des Trichters die in der Nähe der spitzigen Basis stehenden die ältesten sind, so kann man annehmen, dass jenes Spiralgefäß dem ersten Blatte angehört, welches nach der Veränderung der ursprünglich einfachen Scheitelzelle zu einem Bogen mehrerer Scheitelzellen auf der concaven Seite derselben entstanden ist. Mit der Zunahme der Scheitelzellen und ihrer endlichen Anordnung zum Ringe nehmen auch die Blattspuren zu und bilden schliesslich weiter oben den geschlossenen centralen Gefässbündelkreis.

In derselben Weise könnte aus einer gewissen unbekannten Ursache diese Bildung auch von einer Scheitelzellgruppe ausgehen.

Dass der Basttheil des centralen Bündelkreises dem Centrum der Axe zugekehrt ist, ist ganz natürlich; denn die

¹ Die Einheit des Vegetationspunktes fortwachsender Axen kann nicht allein bei Cryptogamen, sondern auch bei Phanerogamen durch Theilung aufgehoben werden. Vergl.: a) Braun, Über Polyembryonie und Keimung von *Caelebogyne*; b) Koch, Die vegetative Verzweigung der höheren Gewächse. Pringsh. Jahrb., XXV. Bd., 3. Heft, S. 447.

an der Innenseite stehenden normal gebauten Blätter müssen ihre Gefäßbündel so in die Trichterwand senden, dass der Holztheil nach aussen, der Basttheil nach innen gekehrt ist. Denken wir uns die Aussenepidermis der Axe sammt dem Rindenparenchym und der peripherischen Gefäßbündelzone der Länge nach so zu einem Trichter geformt, dass die Aussenepidermis mit ihren Anhängen nach innen zu liegen kommt, so verhalten sich alle Theile in Beziehung auf ihre Lagerung so, wie bei der Innenseite des Trichters der Ringfasciation und ihrem centralen Gefäßbündelkreise.

Eine nur secundäre Erscheinung ist die Umwandlung des Trichters in eine breite Axe, wie sie in dem einen Falle (Taf. II, Fig. 11—13) vollständig geschehen ist, in dem anderen (Taf. II, Fig. 17—19) eben eingeleitet wurde. Es scheinen mir aber gerade diese Abnormitäten einen möglichen Zusammenhang zwischen einer ringförmigen und mehr weniger geraden Vegetationskante anzudeuten.

Diese Arbeit wurde in Amsterdam im September 1893, mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen, begonnen und im pflanzenphysiologischen Institute zu Prag vollendet.

Dem Herrn Regierungsrath Prof. Dr. A. Weiss spreche ich für manchen guten Rath den besten Dank aus.

Erklärung der Zeichnungen.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt etwas unterhalb der Vegetationskante der Trichterbildung von *Veronica longifolia*; g_1 = peripherischer, g_2 = centraler Gefäßbündelkreis; s_1 und s_2 = stärkeführende Bündelscheiden; bl_1 und bl_2 = Deckblätter; k = Blüthenknospen. V. 24.

Fig. 2. Querschnitt durch eine tiefere Stelle des Trichters; im Centrum ein Hohlraum (h), in welchen ältere Blätter, quer durchschnitten, hineinragen. V. 20.

Fig. 3. Ein Stück des centralen Gefäßbündelkreises mit nach innen gekehrter Scheide (s_2); an das centrale Parenchym (p_2) schliessen sich die inneren Deckblätter an. V. 325.

Fig. 4. Nach dem Verschwinden des centralen Hohlraumes öffnet sich weiter unten der Bündelkreis, die Holzgefässe rücken näher an einander, es erscheint schliesslich nur eine bogenförmig angeordnete Partie von Spiralgefässen und ein kleinzelliges Parenchym, mit Stärkekörnern erfüllt. V. 325.

Fig. 5. Querschnitt ungefähr 20 mm unterhalb der ringsförmigen Vegetationslinie; der centrale Gefässbündelkreis (g_2) ist bis auf einige wenige Spiralgefässe verschwunden, welche im Centrum des Markparenchyms (p) liegen. V. 24.

Fig. 6. Der letzte Rest des centralen Gefässbündelkreises, ein Spiralgefäß, in stärkehaltigem Parenchym liegend; einige wenige Parenchymzellen in der Nähe jenes Gefäßes sind kleiner als ihre Umgebung. V. 325.

Fig. 7. Markparenchym im Centrum der Axe unter dem letzten Spiralgefäß des centralen Bündelkreises. V. 325.

Fig. 8. Eine Traubenspindel in drei Theile getheilt; wahrscheinlich aus einer Ringfasciation hervorgegangen. Natürliche Grösse.

Tafel II.

Fig. 9. Ein Stück des centralen Gefässbündelkreises (g_2) der Fig. 1 auf Taf. II nach Behandlung mit Eau de Javelle und Ätzkali; e = Innenwand des Trichters, an welche sich das centrale Parenchym (p_2) anschliesst; bl_2 = Blätter; c = cambiales Bündel; p_1 = grosszelliges Parenchym ausserhalb des centralen Gefässbündelkreises. V. 440.

Fig. 10. Längsschnitt durch das trichterförmig ausgebildete Ende einer Axe, schwach vergrössert. Die Basis des Trichters ist mit Köpfentrichomen, weiter oben mit conischen Haaren bedeckt; dann folgen Deckblätter (bl_2) mit Axelknospen. Der centrale Gefässbündelkreis (g_2) wird nach abwärts immer kleiner und endigt schliesslich mit einem Spiralgefäß (sp) im Centrum des Markparenchyms (p).

Fig. 11—13. Querschnitte durch eine am Ende verbreiterte (11) weiter unten trichterförmig (13) ausgebildete Axe, deren Höhlung mit Trichomen bedeckt ist; der centrale Gefässbündelkreis bildet an dem fasciirten Ende die concave Seite des peripherischen Bündelkreises. g_1 = peripherischer, g_2 = centraler Gefässbündelkreis; h = Holz, b = Bast, t = Trichome, rp = Rindenparenchym. Dieser abnorm gebaute Theil der Axe ist ungefähr 2 cm lang. V. 16.

Fig. 14—16. Der centrale Gefässbündelkreis (g_2) wird nach abwärts immer enger, öffnet sich an einer Stelle (o), seine Elemente werden geringer, endlich bleiben nur zwei kleine Gruppen von Spiralgefässen übrig (16, sp). Fig. 14 und 15 stärker, Fig. 16 schwächer vergrössert.

Fig. 17—19. Successive Querschnitte durch eine abnorme Axe mit unvollständiger Ringbildung; h = Holz, b = Bast, p_1 und p_2 = Parenchym; sp = Spiralgefäß. Schwach vergrössert.



